

ارزیابی عملکرد گیاه آفتابگردان (رقم فرخ) تحت تاثیر کم آبیاری سنتی و خشکی موضعی ریشه

عباس رضایی استخرویه^{۱*} - سپهرخوش قدم^۲ - مجتبی ابراهیمی سیریزی^۳ - علیرضا بادیه نشین^۴

تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۱/۲۷

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۶/۲۵

چکیده

کمبود آب مهمترین عامل محدودکننده محصولات کشاورزی در جهان است. روش‌های مختلف کم آبیاری، راه حل‌های مناسبی جهت صرفه‌جویی در آب آبیاری می‌باشند. در این مقاله بررسی تاثیر کم آبیاری سنتی و خشکی موضعی ریشه بر عملکرد، اجزاء عملکرد و کارایی مصرف آب در گیاه آفتابگردان (رقم فرخ) انجام شد. تحقیق در سال ۱۳۹۰ در دانشگاه شهید باهنر کرمان، به صورت بلوکهای کامل تصادفی با ۱۸ تیمار کم آبیاری، یک تیمار شاهد و در ۳ تکرار انجام شد. تیمارهای کم آبیاری عبارت بودند از: کم آبیاری سنتی^۵ (آبیاری با ۸۰، ۶۰ و ۴۰ درصد نیاز آبی) و خشکی موضعی ریشه^۶ با (آبیاری ۸۰، ۶۰ و ۴۰ درصد نیاز آبی). این تیمارها در مراحل مختلف رشد گیاه اعمال شدند. نتایج نشان داد که تیمار کم آبیاری سنتی (آبیاری با ۸۰ درصد نیاز آبی گیاه) در مرحله رشد رویشی بیشترین ارتفاع گیاه، سطح برگ، شاخص سطح برگ و قطر طبق را دارا بود. همچنین حداکثر عملکرد بیولوژیک برابر ۴۹۰۵۴، حداکثر عملکرد دانه برابر ۹۹۳۴/۳ و حداکثر عملکرد روغن برابر ۲۴۴۱/۲ کیلوگرم در هکتار در این تیمار اتفاق افتاد. بیشترین کارایی مصرف آب برای عملکرد دانه در این تیمار برابر ۱/۴۶، برای عملکرد بیولوژیک برابر ۷/۲۱ و برای عملکرد علوفه خشک برابر ۵/۷ کیلوگرم در هر متر مکعب آب مصرفی حاصل شد. با توجه به نتایج فوق برای گیاه آفتابگردان (رقم فرخ) در منطقه مورد مطالعه، کم آبیاری سنتی با ۸۰ درصد نیاز آبی گیاه در مرحله رشد رویشی توصیه می‌گردد.

واژه‌های کلیدی: آفتابگردان، عملکرد بیولوژیک، عملکرد دانه، کارایی مصرف آب، خشکی موضعی ریشه، کم آبیاری

مقدمه

مهمترین عامل محیطی که تولید گیاهان زراعی را محدود می‌سازد تنش خشکی است (۱۰). کم آبیاری یکی از راهکارهای بهینه‌سازی مصرف آب و مقابله با تنش خشکی در اراضی فاریاب است. تجربیات مربوط به کم آبیاری در نقاط مختلف دنیا، کارآمدی این شیوه در استفاده بهینه از هر واحد آب مصرفی و افزایش سود خالص را نشان می‌دهند. به عنوان مثال در پاکستان به طور گسترده از کم آبیاری استفاده می‌شود، به نحوی که کل آب مصرفی، حدود

۲۵ درصد از آبیاری کامل کمتر است (۱۵).

خشکی موضعی ریشه روشی جدید از کم آبیاری است، که راندمان کاربرد آب را، بدون کاهش مشخصی در عملکرد گیاه، بهبود می‌بخشد (۱۳). در خشکی موضعی ریشه، به شرط استفاده از سیستم آبیاری سطحی، آبیاری به صورت جوی و پشته می‌باشد؛ اما در هر آبیاری، فقط یک طرف ریشه آبیاری می‌شود. در واقع جوی‌ها به صورت یک درمیان آبیاری شده و در آبیاری‌های متناوب جای جوی‌های خشک و تر با هم عوض می‌شوند. در خشکی موضعی ریشه مهم تولید اسید آبسزیک (ABA) در ریشه می‌باشد. بنابراین ممکن است جابجایی جوی‌های تر و خشک بعد از یک، دو یا چند بار آبیاری انجام گیرد. گزارش شده است که خشکی موضعی ریشه به طور متوسط ۸۲ درصد و کم آبیاری سنتی ۷۶ درصد کارایی مصرف آب را افزایش می‌دهند (۱۲). خشکی موضعی ریشه نه تنها یک روش آبیاری کارآمد در صرفه‌جویی آب است؛ بلکه می‌تواند به عنوان یک آبیاری سازگار با محیط زیست، مورد استفاده قرار گیرد (۹).

آفتابگردان یکی از مهمترین دانه‌های روغنی است. روغن آفتابگردان به دلیل داشتن اسید چرب غیر اشباع از مرغوبیت بالایی برخوردار است. میزان روغن موجود در آفتابگردان ۲۵-۴۲ درصد است

۱- استادیار گروه مهندسی آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید باهنر کرمان، کرمان، ایران

*- نویسنده مسئول (Email: abbasrezaei2@gmail.com or

۲- دانشجوی کارشناسی ارشد گروه آبیاری و زهکشی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زابل

۳- دانشجوی کارشناسی ارشد گروه آبیاری و زهکشی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان

۴- دانشجوی کارشناسی ارشد گروه آبیاری و زهکشی، دانشگاه تهران

5-Conventional Deficit Irrigation
6-Partial Rootzone Drying

سنتی ۳۶۱۵/۳ کیلوگرم در هکتار (۴۵/۹ درصد کاهش) و برای خشکی موضعی ریشه با ۵۰ درصد نیاز آبی گیاه، ۳۵۳۷/۳ کیلوگرم در هکتار (۴۷/۱ درصد کاهش) به دست آمد.

بابائیان و همکاران (۱) طی تحقیقی در مورد تاثیر کم آبیاری بر اجزاء عملکرد گیاه آفتابگردان در شهرستان زابل بیان نمودند که: تنش خشکی، عملکرد دانه آفتابگردان را به صورت معنی داری کاهش می دهد. همچنین بیشترین کاهش مربوط به اعمال خشکی در مرحله پر شدن دانه است. کاهش عملکرد دانه در این مرحله نسبت به تیمار شاهد معادل ۲۴/۳ درصد می باشد. هدف از انجام این تحقیق، بررسی تاثیر کم آبیاری سنتی و خشکی موضعی ریشه با درصدهای مختلف صرفه جویی در مصرف آب آبیاری، بر عملکرد و اجزاء عملکرد گیاه آفتابگردان در منطقه مورد مطالعه (کرمان) می باشد.

مواد و روش ها

محل انجام طرح

پژوهش در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه شهید باهنر کرمان با ۵۶ درجه و ۵۸ دقیقه طول شرقی، ۳۰ درجه و ۱۵ دقیقه عرض شمالی و ۱۷۵۳/۸ متر ارتفاع از سطح دریا، اجرا گردید. بر اساس اطلاعات اقلیمی سال های ۱۳۳۱ تا ۱۳۸۴، میانگین دما در منطقه ۱۷/۱ درجه سانتیگراد، میانگین بارندگی ۱۵۴/۱ میلی متر، میانگین رطوبت نسبی سالانه ۳۲ درصد و اقلیم کرمان بر اساس روش دومارتن، نیمه خشک می باشد (۲). اطلاعات هواشناسی ایستگاه سینوپتیک، کرمان، در زمان اجرای طرح، در جدول ۱ و خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه در جدول ۲ آمده اند.

که در شرایط مطلوب به ۶۵ درصد نیز می رسد (۱۶). گوکسوی و همکاران (۶) اثر کم آبیاری در سه مرحله رشد آفتابگردان (تشکیل طبق، گلدهی و دانه دهی) را مورد بررسی قرار دادند. نتایج آنها نشان داد که: بیشترین عملکرد دانه در آبیاری کامل حاصل می شود. همچنین عملکرد دانه با کاهش تعداد دفعات و حجم آب آبیاری به طور معنی داری کاهش و عدم آبیاری، باعث کاهش ۴۶ و ۴۷ درصدی به ترتیب در عملکرد دانه و روغن نسبت به شرایط آبیاری کامل شد.

کاظمینی و همکاران (۸) با بررسی تاثیر کم آبیاری بر عملکرد آفتابگردان نشان دادند که بیشترین عملکرد علوفه برابر ۳۷۴۶/۷ کیلوگرم در هکتار و کمترین آن برابر ۱۹۸۵ کیلوگرم در هکتار به ترتیب در آبیاری کامل و کم آبیاری به میزان ۵۰ درصد اتفاق می افتد. سزن و همکاران (۱۴) تاثیر خشکی موضعی ریشه و کم آبیاری بر عملکرد و کیفیت روغن آفتابگردان را در اقلیم مدیترانه ای شرق ترکیه بررسی و نشان دادند که تیمار خشکی موضعی ریشه در مقایسه با آبیاری کامل، با ۳۶ درصد صرفه جویی در آب آبیاری، تنها ۱۵ درصد کاهش در عملکرد دانه را نشان می دهد. تیمار خشکی موضعی ریشه با ۵۰ درصد آبیاری، در مقایسه با کم آبیاری سنتی با ۵۰ درصد آبیاری دارای عملکرد دانه و روغن بیشتری بود. رژیم های مختلف آبیاری به طور معنی داری بر قطر طبق، تعداد دانه در طبق، وزن هزار دانه، روغن دانه و ارتفاع گیاه تاثیر داشتند.

الباجی و همکاران (۳ و ۴) تاثیر کم آبیاری سنتی و خشکی موضعی ریشه بر عملکرد آفتابگردان را در اهواز بررسی کردند. نتایج حاصله نشان داد که بیشترین تولید دانه برای آبیاری کامل با روش جویچه ای سنتی برابر ۶۶۸۷/۷ کیلوگرم در هکتار حاصل شد. در حالی که کم آبیاری سنتی و خشکی موضعی ریشه باعث کاهش تولید دانه نسبت به تیمار شاهد گردیدند. تولید دانه برای ۵۰ درصد کم آبیاری

جدول ۱- اطلاعات هواشناسی شهر کرمان در دوره رشد آفتابگردان (سال ۱۳۹۰)

ماه	میانگین درجه حرارت (°C)	میانگین رطوبت نسبی (درصد)	بارندگی (cm)	تبخیر (cmmonth ⁻¹)	ساعات آفتابی (hrmonth ⁻¹)
اردیبهشت	۲۱/۹	۲۶/۹	.	۳۱/۷۵	۳۰۰/۳
خرداد	۲۶/۷	۲۱	.	۴۱/۱۶	۳۳۹/۳
تیر	۲۷/۶	۲۱/۴	.	۴۴/۷۱	۳۲۱/۸
مرداد	۲۶/۳	۲۳/۳	.	۴۰/۱۲	۳۵۴/۴
شهریور	۲۳/۱	۲۸/۶	.	۳۱/۶۳	۳۲۰/۸

جدول ۲- تجزیه فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه در اعماق مختلف

عمق (cm)	Ec dSm ⁻¹	PH	رس %	سیلت %	شن %	بافت خاک	چگالی ظاهری (grcm ⁻³)	چگالی حقیقی (grcm ⁻³)	تخلخل %
۳۰-۰	۴/۶۴	۹/۱۱	۱۸	۳۳/۶	۴۸/۴	لوم	۱/۴۵	۲/۶۵	۴۵/۳
۶۰-۳۰	۸/۷۵	۸/۷	۱۸	۴۵/۶	۳۶/۴	لوم	۱/۴۰	۲/۶۵	۴۷/۲
۹۰-۶۰	۵/۲۷	۸/۱	۱۹	۱۸/۶	۶۲/۴	لوم شنی	۱/۴۰	۲/۶۵	۴۷/۲
۱۲۰-۹۰	۴/۸۳	۸/۴۳	۱۸	۲۹/۶	۵۲/۴	لوم شنی	۱/۳۵	۲/۶۵	۴۹/۱

به صورت کامل آبیاری شدند.

نحوه اجرا

زمینی به وسعت ۹۰۰ متر مربع انتخاب، آماده سازی و به کرت‌هایی به ابعاد ۴×۳ متر مربع تقسیم شد. درون هر کرت پنج جوی و پشته هر کدام به طول چهار متر و فاصله دو پشته از یکدیگر نیم متر ایجاد گردید. جهت اطمینان از عدم وجود نشست آب آبیاری از یک پلات به پلات مجاور، بین کرت‌ها نیم متر و بین تیمارها یک متر فاصله رعایت شد. قبل از کاشت، مقدار ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار کود سولفات پتاسیم، ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار کود سوپر فسفات تریپل به مزرعه داده و با خاک مخلوط شدند. بر اساس آزمون خاک نیاز گیاه به کود اوره ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار برآورد گردید که در سه مرحله (قبل از کاشت، ظهور طبق‌ها و زمان گل‌دهی) به مزرعه داده شد. طرح به صورت بلوک‌های کامل تصادفی بایک تیمار شاهد، ۱۲ تیمار کم‌آبیاری، در ۳ تکرار طراحی و اجرا شد. در تاریخ ۹۰/۲/۲۹ بذر آفتابگردان (رقم فرخ) روی پشته‌ها کشت شد. کاشت بذور به فاصله ۱۰ سانتیمتر از یکدیگر انجام گرفت. در مرحله تنک کردن دستی، فاصله بوته‌ها به ۲۰ سانتیمتر (تراکم ۱۰۰۰۰۰ بوته در هکتار) افزایش یافت. تا استقرار کامل گیاه (حدود ۴۰ روز) تمام کرت‌ها با دور آبیاری یک هفته و به صورت یکنواخت آبیاری شدند. بعد از این مدت، دور آبیاری تقریباً یازده روزه و آبیاری برای هر کرت بر اساس طرح انجام شد. در این تحقیق دور آبیاری برای همه تیمارها یکسان بود. بنابراین اجرای کم‌آبیاری از طریق کاهش ارتفاع آب آبیاری، نسبت به آبیاری کامل، صورت گرفت. برای اعمال تنش، دوره رشد گیاه به دو مرحله (رویشی و زایشی) تقسیم شد. گیاهانی که در مرحله اول تحت کم-آبیاری قرار گرفتند، در مرحله دوم به صورت کامل آبیاری شدند و گیاهانی که در مرحله دوم تحت کم‌آبیاری قرار داشتند، در مرحله اول


تیمارهای انتخابی

تیمارهای اعمال شده عبارت بودند از: شاهد (آبیاری کامل در تمام دوره رشد)، کم‌آبیاری سنتی با ۰.۸۰، ۰.۶۰ و ۰.۴۰ درصد نیاز آبی گیاه، تیمار خشکی موضعی ریشه با ۰.۸۰، ۰.۶۰ و ۰.۴۰ درصد نیاز آبی گیاه. تیمارهای کم‌آبیاری سنتی و خشکی موضعی در سه مرحله رشد گیاه (تمام دوره، مرحله اول و مرحله دوم) اعمال شدند. جانمایی طرح در شکل ۱ آمده است.

تعیین نیاز آبی گیاه

برای تعیین نیاز آبی گیاه، از لایسیمتر حجمی، با ۱۵۵ سانتیمتر قطر و ۱۰۰ سانتیمتر ارتفاع استفاده شد. درون لایسیمتر گیاه با تراکم مزرعه کشت شد. در زمان اجرای طرح، ۴۸ ساعت قبل از هر آبیاری، خاک درون لایسیمتر اشباع و حجم آب مصرف شده اندازه‌گیری می‌شد. آب ثقی توسط زهکش انتهایی خارج و خاک درون لایسیمتر به حالت ظرفیت مزرعه می‌رسید. مقدار زه آب خروجی به صورت حجمی اندازه‌گیری می‌شد. در ابتدای هر آبیاری خاک داخل لایسیمتر در حالت ظرفیت مزرعه و در پایان دوره در رطوبت قبل از آبیاری قرار داشت. برای محاسبه تبخیر- تعرق در لایسیمتر از رابطه بیلان آبی استفاده شد. دور آبیاری بر اساس عرف کشاورزان محلی، بخصوص تجارب مسئولین مزرعه دانشکده کشاورزی (حدود یازده روز) انتخاب شد. آب مورد نیاز هر تیمار بر اساس طرح، محاسبه و به وسیله شیلنگ و کنتور حجمی به کرت‌ها داده شد (جدول ۳).

	DI%۴۰V	PRD%۶۰T	DI%۸۰T	DI%۶۰V	PRD%۸۰V	PRD%۶۰V	C	DI%۴۰R	DI%۸۰R	تکرار
	PRD%۸۰T	PRD%۴۰R	DI%۶۰T	PRD%۴۰T	DI%۴۰T	DI%۸۰V	PRD%۶۰R	DI%۶۰R	PRD%۸۰R	DI%۴۰V

PRD%۴۰T	PRD%۸۰T	DI%۸۰T	DI%۴۰R	PRD%۸۰V	DI%۶۰R	PRD%۶۰R	DI%۸۰R	DI%۶۰V	PRD%۶۰V	تکرار
DI%۴۰T	PRD%۶۰T	DI%۶۰T	C		DI%۸۰V	DI%۴۰V	PRD%۸۰R	PRD%۴۰V	PRD%۴۰R	دوم

DI%۴۰V	DI%۸۰T	PRD%۴۰T	DI%۶۰T	PRD%۸۰V	PRD%۶۰V	DI%۸۰R	DI%۴۰T	DI%۶۰R	PRD%۴۰V	تکرار
	PRD%۸۰T	PRD%۶۰T	DI%۸۰V	DI%۴۰R	DI%۶۰V	PRD%۴۰R	PRD%۸۰R	PRD%۶۰R	C	اول

شکل ۱- جانمایی طرح

جدول ۳- زمان و ارتفاع آب آبیاری (cm) در هر تیمار

تاریخ	تیمار شاهد	کم آبیاری در تمام دوره رشد			کم آبیاری در مرحله رشد رویشی			کم آبیاری در مرحله رشد زایشی		
		%۴۰	%۶۰	%۸۰	%۴۰	%۶۰	%۸۰	%۴۰	%۶۰	%۸۰
		کاشت گیاه، کارگذاری لایسیمتر و تست تبخیر								
۹۰/۲/۲۹	۴/۵	۴/۵	۴/۵	۴/۵	۴/۵	۴/۵	۴/۵	۴/۵	۴/۵	۴/۵
۹۰/۳/۶	۴/۵	۴/۵	۴/۵	۴/۵	۴/۵	۴/۵	۴/۵	۴/۵	۴/۵	۴/۵
۹۰/۳/۱۴	۴/۵	۴/۵	۴/۵	۴/۵	۴/۵	۴/۵	۴/۵	۴/۵	۴/۵	۴/۵
۹۰/۳/۲۲	۶	۶	۶	۶	۶	۶	۶	۶	۶	۶
۹۰/۳/۳۰	۸	۸	۸	۸	۸	۸	۸	۸	۸	۸
۹۰/۴/۷	۸	۶/۴	۴/۸	۳/۲	۴/۸	۶/۴	۳/۲	۴/۸	۶/۴	۳/۲
۹۰/۴/۱۶	۸/۵	۶/۸	۵/۱	۳/۴	۵/۱	۶/۸	۳/۴	۵/۱	۶/۸	۸/۵
۹۰/۴/۲۶	۱۱	۸/۸	۶/۶	۴/۴	۶/۶	۸/۸	۴/۴	۶/۶	۸/۸	۱۱
۹۰/۵/۷	برداشت در پایان مرحله رشد رویشی گیاه									
۹۰/۵/۱۸	۹	۷/۲	۵/۴	۳/۶	۹	۹	۹	۳/۶	۵/۴	۷/۲
۹۰/۵/۱۷	۶	۴/۸	۳/۶	۲/۴	۶	۶	۶	۲/۴	۳/۶	۴/۸
۹۰/۵/۳۰	۸	۶/۴	۴/۸	۳/۲	۸	۸	۸	۳/۲	۴/۸	۶/۴
کلاب	۷۳/۵	۶۳/۴	۵۳/۳	۴۳/۲	۶۸	۶۲/۵	۵۷	۶۸/۹	۶۴/۳	۵۹/۷
۹۰/۶/۱۰	برداشت در پایان دوره رشد گیاه									

نمونه برداری

جهت تعیین عملکرد و اجزاء عملکرد گیاه، با رعایت حاشیه‌ها از هر تیمار، در دو مرحله (بعد از اتمام مرحله اول و در پایان دوره رشد) و در هر مرحله به تعداد ۳ بوته نمونه برداری شد. اولین برداشت ۷۱ و دومین برداشت ۱۰۵ روز بعد از کاشت انجام گرفت. اطلاعات برداشت شده عبارت بودند از: ارتفاع بوته، تعداد برگ، قطرطبق، سطح برگ، شاخص سطح برگ، سطح برگ ویژه، نسبت سطح برگ، عملکرد علوفه‌تر (وزن تر برگ، ساقه و طبق)، عملکرد علوفه خشک (وزن خشک برگ، ساقه و طبق)، کارایی مصرف آب (عملکرد علوفه خشک نسبت به آب)، عملکرد دانه، کارایی مصرف آب (عملکرد دانه نسبت به آب)، درصد روغن. عملکرد بیولوژیک، کارایی مصرف آب (عملکرد بیولوژیک نسبت به آب). اطلاعات برداشت شده با نرم افزار SAS(ver.9.1) تجزیه و تحلیل و نمودارها در محیط گسترده Excel رسم شدند.

نتایج و بحث

کاهش مصرف آب آبیاری در تیمارهای مختلف

تیمار شاهد، در مرحله اول رشد، ۵۰۵۰ و در تمام دوره رشد، ۷۳۵۰ متر مکعب آب در هکتار مصرف کرد. فرض بر این است که در تیمار شاهد هیچ گونه کاهشی در مصرف آب وجود نداشته و گیاه با پتانسیل تبخیر- تعرق (ETP) آب مصرف نموده است. در مرحله اول رشد، به جز تیمار شاهد، تعداد ۶ تیمار دیگر (مجموعه تیمارهایی که در مرحله دوم رشد گیاه تحت کم آبیاری قرار گرفتند) نیز به صورت

کامل آبیاری شدند (شکل ۱).

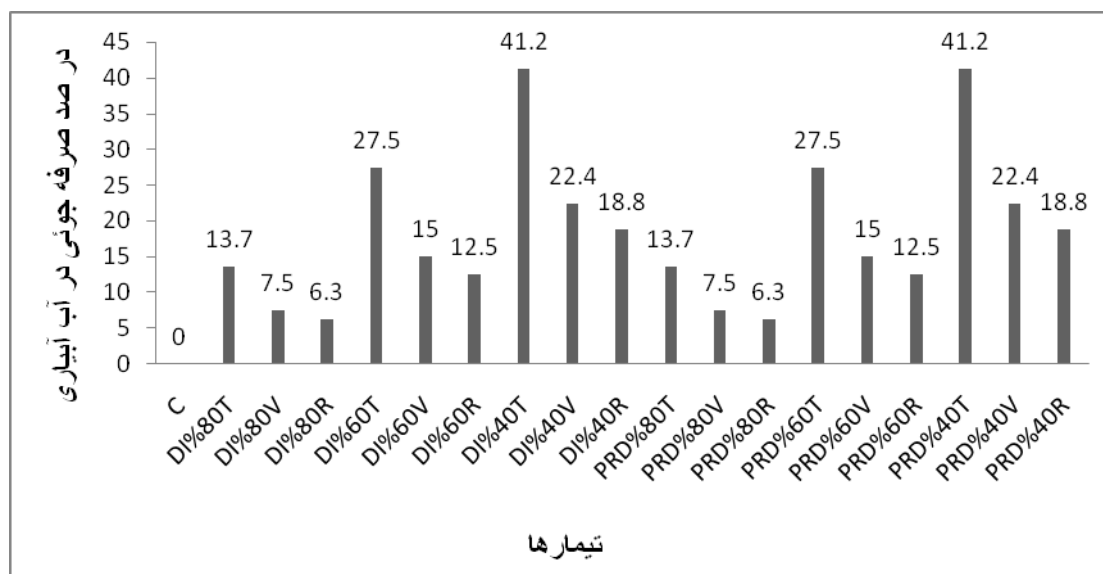
در این مرحله از رشد گیاه، ۴ تیمار ۱۰/۹ درصد، ۴ تیمار ۲۲ درصد و ۴ تیمار ۳۲/۷ درصد در مصرف آب آبیاری کاهش داشتند. بنابراین در تجزیه و تحلیل نتایج مربوط به مرحله اول، تعداد ۷ تیمار به عنوان آبیاری کامل و ۱۲ تیمار به عنوان کم آبیاری (با درصدهای مختلف) در نظر گرفته می‌شوند. درصد کاهش مصرف آب، در تمام دوره رشد گیاه برای هر تیمار در شکل ۲ آمده است.

تاثیر کم آبیاری بر خصوصیات رویشی گیاه

بیشترین ارتفاع گیاه، برابر ۱۲۷/۵ سانتیمتر در گیاهانی اتفاق افتاد که در مرحله اول رشد با ۸۰ درصد نیازآبی، آبیاری شده و ۱۰/۹ درصد در مصرف آب کاهش داشتند. ارتفاع گیاه در آبیاری کامل برابر ۱۲۵/۸ سانتیمتر و در تنش شدید (۴۰ درصد نیاز آبی گیاه) برابر ۱۰۶/۲ سانتیمتر حاصل شد. تعداد برگ در تیمار ۱۰۰ درصد و ۸۰ درصد برابر ۲۳ عدد، در تیمار ۶۰ درصد برابر ۲۰ و در تیمار ۴۰ درصد برابر ۲۱ عدد بدست آمد. ماکزیمم سطح برگ برای هر گیاه، ۳۰۰۰ سانتیمتر مربع در آبیاری ۸۰ درصد و کمترین آن ۱۹۰۰ سانتیمتر مربع با ۴۰ درصد نیاز آبی بدست آمد. سطح برگ در گیاهانی که به صورت کامل آبیاری شدند ۲۸۰۰ و در گیاهان با ۶۰ درصد نیاز آبی برابر با ۲۰۰۰ سانتیمتر مربع حاصل شد. ماکزیمم شاخص سطح برگ ۳ و مینیمم آن ۱/۹ به ترتیب در آبیاری با ۸۰ درصد و ۴۰ درصد نیاز آبی حاصل شد. شاخص سطح برگ با آبیاری کامل برابر ۲/۸ و در آبیاری با ۶۰ درصد نیاز آبی برابر با ۲ بدست آمد.



شکل ۱- درصد صرفه جوئی در آب آبیاری در تیمارهای مختلف در دوره رشد رویشی



شکل ۲- درصد صرفه جوئی در آب آبیاری در تیمارهای مختلف در تمام دوره رشد گیاه

بودند که این امر نشانگر بروز عکس العمل گیاه در مقابل تنش خشکی می باشد. ماکزیمم نسبت سطح برگ برابر ۱۱/۵ سانتیمتر مربع در یک گرم ماده خشک، در گیاهان با ۸۰ درصد آبیاری و کمترین آن برابر ۱۰/۷ در گیاهان با آبیاری کامل اتفاق افتاد. قطر طبق در تیمار ۸۰ درصد برابر با ۲۰ سانتیمتر و در تیمار ۱۰۰ درصد برابر با ۱۹/۶ سانتیمتر حاصل شد. کمترین قطر طبق برابر ۱۷/۸ سانتیمتر با آبیاری ۴۰ درصد نیازآبی گیاه بدست آمد. مکی و همکاران (۱۱) کاهش قطر طبق آفتابگردان را در اثر تنش خشکی گزارش کردند که نتایج این

کرم و همکاران (۷) کاهش شاخص سطح برگ گیاه آفتابگردان را بر اثر اعمال محدودیت در آبیاری اعلام کردند که با نتایج این طرح همخوانی دارد. سطح ویژه و نسبت سطح برگ نشانگر ضخامت برگ گیاه می باشند. هرچه مقدار این صفات کمتر باشد، نشان دهنده ضخامت بیشتر برگ و عکس العمل گیاه در مقابل تنش خشکی می باشد. در این طرح حداکثر سطح ویژه برگ برابر ۱۰۷/۳ سانتیمتر مربع در یک گرم برگ خشک در گیاهان با آبیاری کامل اتفاق افتاد. گیاهانی که تحت کم آبیاری قرار داشتند دارای سطح ویژه کمتری

کاهش داشت. در حالیکه کم آبیاری سنتی با ۸۰ درصد نیاز آبی در مرحله اول رشد، دارای حداکثر عملکرد دانه می باشد؛ اعمال این مقدار کم آبیاری در تمام دوره رشد گیاه و در دوره رشد زایشی باعث کاهش در عملکرد دانه گردید. این نتایج نشانگر تاثیر منفی اعمال کم آبیاری در دوره رشد زایشی گیاه بر عملکرد دانه می باشد. مکی و همکاران (۱۱) کاهش عملکرد دانه گیاه آفتابگردان در اثر بروز تنش خشکی را گزارش کردند. اردم و همکاران (۵) کاهش ۵۸ درصدی برای عملکرد دانه بر اثر تنش خشکی برای گیاه آفتابگردان را گزارش کردند که هر دو گزارش با نتایج این طرح هماهنگ هستند.

عملکرد روغن، بین ۲۴۴۱/۲ تا ۹۰۰/۹ کیلوگرم در هکتار به ترتیب در تیمار کم آبیاری سنتی با ۸۰ درصد نیاز آبی در مرحله اول رشد و تیمار کم آبیاری سنتی با ۴۰ درصد نیاز آبی در تمام دوره رشد گیاه بدست آمد. تحلیل نتایج نشان می دهد عملکرد روغن در تیمارهای کم آبیاری سنتی و خشکی موضعی ریشه با ۸۰ درصد نیاز آبی بجز تیمار کم آبیاری سنتی در مرحله رشد زایشی، در یک گروه آماری قرار دارند. شاخص برداشت که نسبت عملکرد دانه به عملکرد بیولوژیک می باشد در این طرح بین ۰/۳۶ تا ۰/۱۳ متفاوت بود. حداکثر شاخص برداشت در تیمار خشکی موضعی ریشه با ۸۰ درصد نیاز آبی در تمام مرحله رشد گیاه و حداقل آن در تیمار خشکی موضعی ریشه با ۴۰ درصد نیاز آبی در مرحله اول رشد اتفاق افتاد.

تحقیق را تایید می کند. بیشترین کارایی مصرف آب برای عملکرد علوفه خشک برابر ۴/۲۶ کیلوگرم در هر متر مکعب آب در گیاهان با ۱۰۰ درصد آبیاری اتفاق افتاد. کمترین مقدار کارایی مصرف آب به ازاء علوفه خشک برابر ۳/۳۵ در گیاهان تحت آبیاری به مقدار ۴۰ درصد و ۶۰ درصد نیاز آبی حاصل شد. در گیاهان با ۸۰ درصد آبیاری مقدار این کارایی برابر با ۳/۹ بدست آمد.

تاثیر کم آبیاری بر خصوصیات زایشی گیاه

حداکثر عملکرد بیولوژیک برابر ۴۹۰۵۴ کیلوگرم در هکتار، در گیاهانی اتفاق افتاد که در مرحله اول رشد با ۸۰ درصد نیاز آبی، آبیاری شده و به صورت سنتی تحت کم آبیاری قرار داشتند. کمترین عملکرد بیولوژیک به مقدار ۱۸۵۱۱ کیلوگرم در هکتار برای گیاهانی اتفاق افتاد که در مرحله اول رشد با ۴۰ درصد نیاز آبی به صورت خشکی موضعی ریشه آبیاری شدند. عملکرد بیولوژیک در تیمار شاهد (آبیاری کامل) برابر ۳۳۶۷۰ کیلوگرم در هکتار (۳۱ درصد کمتر از ماکزیمم مقدار) بود. بیشترین عملکرد دانه در تیمار کم آبیاری سنتی با ۸۰ درصد نیاز آبی در مرحله اول رشد و به مقدار ۹۹۳۴/۳ کیلوگرم در هکتار حاصل شد. کمترین مقدار این صفت ۴۶۲۲/۱ کیلوگرم در هکتار در تیمار کم آبیاری به روش خشکی موضعی ریشه با ۴۰ درصد نیاز آبی در مرحله اول رشد اتفاق افتاد. تیمار شاهد با عملکرد دانه به مقدار ۶۹۷۷ کیلوگرم در هکتار نسبت به حداکثر مقدار خود، ۳۰ درصد

جدول ۴- میانگین صفات مورد مطالعه آفتابگردان در رقم فرخ

تیمارها	ارتفاع گیاه (cm)	قطر طبق (cm)	شاخص سطح برگ	عملکرد بیولوژیک (kg.ha ⁻¹)	عملکرد دانه (kg.ha ⁻¹)	عملکرد روغن (kg.ha ⁻¹)	کارائی مصرف آب (علوفه) (kg.m ⁻³)	کارائی مصرف آب (دانه) (kg.m ⁻³)	کارائی مصرف آب (بیولوژیکی) (kg.m ⁻³)
C	128a-c	19.6a-d	2.5b-d	33670b-e	6977bc	2074.8ab	3.6b-f	0.95bc	4.58b-d
DI%80T	119bc	18.6b-d	2.1b-d	24867d-g	6340.8b-d	1639.6a-d	2.9c-f	1bc	3.92cd
DI%80V	141.5a	23a	4.7a	49054a	9934.3a	2441.2a	5.7a	1.46a	7.21a
DI%80R	128a-c	19.5a-d	2.9b-d	34583b-e	5692.4b-d	1305.2b-d	4.2a-f	0.82c	5.02b-d
DI%60T	132ab	19.2a-d	2.5b-d	32387b-f	6020.3b-d	1374.6b-d	4.4a-d	1.13a-c	5.34a-d
DI%60V	127.3a-c	19a-d	2b-d	28246b-g	6619.7b-d	2008.7a-c	3.4b-f	1.06bc	4.51b-d
DI%60R	121.5a-c	21.5ab	2.8b-d	39973a-c	6042.5b-d	1779a-d	5.2ab	0.94bc	6.21ab
DI%40T	97.8d	19a-d	2b-d	24138d-g	4644d	900.9d	4.5b-d	1.07bc	5.58a-c
DI%40V	121a-c	16d	1.4d	18625fg	5595.4b-d	1114.5cd	2.2f	0.98bc	3.27d
DI%40R	124.5a-c	18.5b-d	2b-d	30045b-g	7265.4b	2441.9a	3.8a-f	1.22ab	5.03b-d
PRD%80T	122a-c	17.5b-d	2b-d	27284c-g	9223.5a	2107.4ab	2.8c-f	1.45a	4.30b-d
PRD%80V	127.6a-c	21a-c	3.1bc	36130b-d	6796.3b-d	1688.1a-d	4.3a-e	1bc	5.31a-d
PRD%80R	122a-c	19.3a-d	2.5b-d	25898d-g	6025.1b-d	1666.1a-d	2.8c-f	0.87bc	3.75cd
PRD%60T	116b-d	17.5b-d	2b-d	23854d-g	6484b-d	1967.2a-c	3.2c-f	1.22ab	4.47b-d
PRD%60V	98d	18.5b-d	1.8cd	20854e-g	5434.4b-d	1376.7b-d	2.4ef	0.86bc	3.34d
PRD%60R	122.5a-c	20.7a-c	3.5ab	41117ab	6337.1b-d	1444.4b-d	5.4ab	0.99bc	6.39ab
PRD%40T	97.8d	19a-d	2b-d	24138d-g	4778.8cd	1089.6cd	4a-f	1.1bc	5.02b-d
PRD%40V	108.3dc	17.1dc	2b-d	18511g	4622.1d	1106cd	2.7d-f	0.81c	3.25d
PRD%40R	134ab	18b-d	3.2bc	35304b-d	7200.9b	1831a-d	4.8a-c	1.20ab	5.91a-c

در هر ستون صفات دارای حروف مشابه در یک گروه آماری قرار دارند.

گیاه آفتابگردان (رقم فرخ) با ۷/۵ درصد صرفه‌جویی در کل آب آبیاری، بیشترین عملکرد و اجزاء عملکرد را در پی خواهد داشت. اجزاء عملکرد گیاه، حاصل از اعمال کم‌آبیاری سنتی و خشکی موضعی ریشه (با ۸۰ درصد نیاز آبی گیاه) در یک گروه آماری قرار دارند. بنابراین برای گیاه آفتابگردان (رقم فرخ) در منطقه مورد مطالعه (کرمان) کم‌آبیاری با ۸۰ درصد نیاز آبی گیاه به صورت کم‌آبیاری سنتی یا خشکی موضعی ریشه پیشنهاد می‌گردد. در این طرح بعضی از خصوصیات فیزیولوژیکی گیاه مورد بررسی قرار نگرفت؛ لازم است در طرح‌های آینده خصوصیات نظیر، درصد جوانه زنی، طول مراحل مختلف رشد گیاه، سرعت رشد نسبی، تعداد روزنه برگ،... اندازه‌گیری شوند. در خشکی موضعی ریشه اصل مهم تولید آسیدیک اسید (ABA) است. برای تولید این هورمون رشد، ممکن است لازم باشد قسمت خشک ریشه، بیش از یک دور آبیاری خشک باقی بماند لذا پیشنهاد می‌گردد در طرح‌های بعدی جایجای جوی‌های خشک و تر بعد از هر آبیاری، بعد از دو و سه آبیاری انجام و نتیجه مورد ارزیابی قرار گیرد. لازم است در طرح‌های آینده اندازه‌گیری ABA در برگ گیاه انجام و مورد ارزیابی قرار گیرد.

بیشترین مقدار کارآیی مصرف آب برای عملکرد دانه برابر ۱/۴۵ کیلوگرم در متر مکعب آب در خشکی موضعی ریشه با ۸۰ درصد نیاز آبی گیاه در تمام دوره رشد اتفاق افتاد. کمترین مقدار کارآیی مصرف آب برای عملکرد دانه برابر ۰/۸۱ کیلوگرم در متر مکعب آب در تیمار خشکی موضعی ریشه با ۴۰ درصد نیاز آبی در مرحله اول رشد بدست آمد. کارآیی مصرف آب برای عملکرد دانه در تیمار شاهد برابر با ۰/۹۵ کیلوگرم در متر مکعب آب بدست آمد که با حداکثر مقدار خود اختلاف آماری داشت. بیشترین مقدار کارآیی مصرف آب برای عملکرد بیولوژیک برابر ۷/۲۱ کیلوگرم در متر مکعب آب متعلق به تیمار کم-آبیاری سنتی با ۸۰ درصد نیاز آبی در مرحله اول رشد و کمترین مقدار آن برابر با ۳/۲۷ کیلوگرم در متر مکعب آب در کم‌آبیاری سنتی با ۴۰ درصد نیاز آبی در مرحله اول رشد گیاه بدست آمد. کارآیی مصرف آب برای عملکرد بیولوژیک در تیمار شاهد (آبیاری کامل) ۴/۵۸ کیلوگرم در متر مکعب آب بدست آمد که نسبت به حداکثر مقدار خود ۳۶ درصد کاهش دارد. نتایج تجزیه و تحلیل آماری میانگین صفات مورد مطالعه در جدول ۴ آمده است.

نتیجه‌گیری

نتایج نشان می‌دهد که تنش ملایم خشکی در مرحله اول رشد

منابع

- ۱- بابائیان م، حیدری م. و قنبری ا. ۱۳۸۹. اثر تنش خشکی و محلولپاشی عناصر کم مصرف بر ویژگی‌های فیزیولوژیک و جذب عناصر غذایی در آفتابگردان (*Helianthus annuus L.*). مجله علوم زراعی ایران ۱۲(۴): ۳۷۷-۳۹۱.
- ۲- بختیاری ب، لیاقت ع.م، خلیلی ع. و خانجانی م.ج. ۱۳۸۸. ارزیابی دو مدل ترکیبی برآورد تبخیر- تعرق مرجع چمن در بازه زمانی ساعتی (مطالعه موردی اقلیم کرمان). مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، علوم آب و خاک ۱۳(۵۰): ۲۶-۱۳.
- 3- Albajia M., Behzad M., Boroomand Nasab S., Naseri A.A., Shahnazari A., Meskarbashee M., Judy F. and Jovzi M. 2011. Investigation the Effects of Conventional Irrigation (CI), Regulated Deficit Irrigation (RDI) and Partial Root Zone Drying (PRD) on Yield and Yield Components of Sunflower (*Helianthus annuus L.*). Research on Crops, 12(1):142-154.
- 4- Albajib M., Boroomand Nasab S., Behzad M., Shahnazari A., Naseri A.A., Meskarbashee M., Judy F., Jovzi M. and Shokoohfar A.R. 2011. Water Productivity and Water Use Efficiency of Sunflower under Conventional and Limited Irrigation. International Journal of Food, Agriculture & Environment- JFAE, 9(1):202-209.
- 5- Erdem T., Erdem Y., Orta A.H. and Okursoy H. 2006. Use of a crop water stress index for scheduling the irrigation of sunflower (*Helianthus annuus L.*). Turk. J. Agric. For 30:11-20.
- 6- Goksoy A.T., Demir A.O., Turan Z.M., and Dagustu N. 2004. Responses of sunflower to full and limited irrigation at different growth stages. Field Crops Res, 87: 167-178.
- 7- Karam F., Masaad R., Sfeir T., Mounzer O. and Roupael Y. 2007. Evapotranspiration and seed yield of field grown soybean under deficit irrigation conditions. Agr. Water Manag, 75: 226-244.
- 8- Kazemini S.A., Edalat M. and Shekoofa A. 2009. Interaction effects of deficit irrigation and row spacing on sunflower (*Helianthus annuus L.*) growth, seed yield and oil yield. African Journal of Agricultural Research, 4 (11):1165-1170.
- 9- Kirda C., Topcu S., Kaman H., Ulger A.C., Yazici A., Cetin M. and Dericci M.R. 2005. Grain yield response and N-fertiliser recovery of maize under deficit irrigation. Field Crops Research, 93:132-141.
- 10- Kokubun M. 2008. Crop breeding and cultural strategies for changing enviroments. 5th International Crop Science Congress & Exhibition, Jejo, Korea, April 1:13-18.

- 11- Mekki B.B., El-kholy M.A. and Mohamed E.M. 1999. Yield oil and fatty acids content as affected by water deficit and potassium fertilization in to sunflower cultivars. Egypt. J. Agron, 21:67-85.
- 12- Sadras V.O. 2009. Does partial root-zone drying improve irrigation water productivity in the field? A meta-analysis. Irrig. Sci, 27:183-190.
- 13- Savić S., Stikić R., Jovanović Z., Prokić L. and Pauković M. 2009. Partial root drying irrigation technique: practical application of drought stress signaling mechanism in plants. Arch. Biol. Sci., Belgrade, 61 (2):285-288.
- 14- Sezen S. M., Yazar A. and Tekin S. 2011. Effects of partial root zone drying and deficit irrigation on yield and oil quality of sunflower in a Mediterranean environment. Irrig. And Drain. 60(4):499-508.
- 15- Trimmer W.L. 1990. Partial irrigation in Pakistan. ASCE, J. Irrig. And Drain. Eng, 116(3): 342-353.
- 16- Weiss E.A. 1983. Oilseed crops. First Published by Long man. London, pp: 31-99.



Evaluation Yield of Sunflower (Farrokh cultivar) under Effects of Conventional Deficit Irrigation and Partial Root Zone Drying

A. Rezaei Estakhroei^{1*} - S. Khoshghadam² - M. Ebrahimi Serizi³ - A. Badiheshin⁴

Received: 16-04-2014

Accepted: 16-09-2014

Abstract

Water shortage is the most important factors on crop production in the world. Several methods of deficit irrigation are solutions for reduction of irrigation water. To understand the effects of conventional deficit irrigation and partial root zone drying treatments on yield, yield components and water use efficiency of sunflower (Farrokh cultivar), one study was carried out. The research was conducted on Shahid Bahonar University of Kerman in the spring of 2011. A factorial experiment in a randomized complete block design with one control (full irrigation) and 18 deficit irrigation treatments in three replications was considered. Deficit irrigation treatments were: conventional deficit irrigation (irrigation with %80, %60 and %40 ETP) and partial root zone drying (irrigation with %80, %60 and %40 ETP). Every deficit irrigation treatment was conducted in three growth stage of sunflower (all periods of growth, vegetative growth stage and reproductive growth stage). The results showed that the conventional deficit irrigation treatments (irrigation with 80% ETP) in vegetative growth had the highest plant height, leaf area, leaf area index and head diameter. Also, the maximum biological yield equal to 49054, maximum grain yield is equal to 9934/3 and maximum oil yield is equal to 2441/2 kg per hectare in the conventional deficit irrigation treatments (irrigation with 80% ETP) in vegetative growth occurred. The highest water use efficiency for grain yield is equal to 1/46, for biological yield equal to 7/21 and for dry forage yield is equal 5/7 kilograms per cubic meter of water. According to results, conventional deficit irrigation (irrigation with %80, %60 and %40 ETP) is recommended on based.

Keywords: Sunflower, Biological yield, Grain yield, Water use efficiency, Partial rootzone drying, Deficit irrigation

1- Assistant Professor, Department of Water Engineering, Faculty of Agriculture, Shahid Bahonar University of Kerman, Kerman, Iran

(*-Corresponding Author Email: abbasrezaei2@gmail.com)

2- MSc Student of Irrigation and Drainage Department, Faculty of Agriculture, Zabol University, Zabol

3- MSc Student of Irrigation and Drainage Department, Faculty of Agriculture, Isfahan University of Technology, Isfahan

4- MSc Student of Irrigation and Drainage Department, Faculty of Agriculture, University of Tehran, Karaj